Über die Bahn des ersten Kometen vom Jahre 1870.

Von August Seydler,

Assistent der k. k. Sternwarte zu Prag.

Der erste Komet des Jahres 1870 wurde am 29. Mai gleichzeitig von Winnecke in Karlsruhe und von Tempel in Marseille entdeckt, und blieb bis zum 9. Juli sichtbar. Bald nach seiner Entdeckung wurden seine Elemente abgeleitet, und zwar von Dr. E. Becker, von H. Oppenheim und von A. Winnecke (Astr. Nachr., Nr. 1806 und 1807). Da jedoch alle drei Rechnungen auf Beobachtungen beruhen, die in den Zeitraum einer Woche fallen (29 Mai—6. Juni), so zog ich es vor, eine vorläufige Bestimmung der Elemente selbst vorzunehmen, mit Zugrundelegung von Beobachtungen, die sich über den ganzen Zeitraum der Sichtbarkeit vertheilten. Nachdem ich also alle Beobachtungen, die in den Astr. Nachr. bis jetzt veröffentlicht worden sind — im Ganzen 74 — gesammelt, bildete ich folgende drei Orte:

		AR.	Decl.
Mai	30·56477	12°31′27″70	+28°52′56″27
Juni	19·55130	19 48 34·80	+21 10 45·66
Juli	9·58255	38 21 54·14	— 6 16 46·55

Der erste Ort ist das Mittel aus drei Beobachtungen, die an demselben Tage zu Leipzig, Wien und Karlsruhe angestellt wurden, zum zweiten Orte wurden gleichfalls drei Beobachtungen, zwei zu Hamburg und eine zu Athen benützt; der letzte Ort endlich ist das Mittel aus zwei zu Athen angestellten Beobachtungen.

Durch den ersten und letzten Ort wurde nun nach der Olbers'schen Methode eine Parabel hindurchgelegt; die Vergleichung des mittleren Ortes mit der Rechnung ergab jedoch eine bedeutende Abweichung, nämlich +67″04 in Länge und —183″35 in Breite. Es wurde daher eine Verbesserung der

Elemente vorgenommen und dabei die in der Abhandlung von Olbers, §. 76 S. 62 der zweiten (von Encke besorgten) Auflage entwickelte Methode in Anwendung gebracht, welche jetzt von den rechnenden Astronomen fast gänzlich, und wie ich mich überzeugte, mit einigem Recht verlassen worden ist[1]. Es ergaben sich auf diesem Wege schliesslich folgende Elemente der (genäherten) Kometenbahn:

Perihelzeit: 1870, Juli 14·11103 mittl. Berliner Zeit.

Länge des Perihels .	339°57′50″40	Mittlere Äquin. 1870·0
Länge des Knotens	141 45 18·53	
Neigung....	121 47 16·09	
Log. der Periheldistanz	0·0037827.	

Der mittlere Ort wich von der Rechnung um +6″35 in Länge und —5″84 in Breite ab.

Nach diesen Elementen wurde die folgende Ephemeride berechnet, welche sich über die ganze Dauer der Sichtbarkeit erstreckte und mit der die sämmtlichen Beobachtungen verglichen wurden.

Ephemeride des Kometen.

1870		Scheinbare Rectascension	Scheinbare Declination	Log. der Entfernung von der Erde
Mai	29·5	12°12′56″3	+29° 8′13″5	0·22233
„	31·5	12 48 7·1	28 39 1·8	0·20866
Juni	2·5	13 24 15·7	28 7 37·7	0·19424
	4·5	14 1 33·1	27 33 43·4	0·17903
	6·5	14 40 12·2	26 56 58·1	0·16297
	8·5	15 20 28·3	26 16 58·1	0·14601
	10·5	16 2 39·4	25 33 14·9	0·12807
	12·5	16 47 6·8	24 45 15·2	0·10908
	14·5	17 34 15·4	23 52 18·8	0·08897
	16·5	18 24 35·1	22 53 37·5	0·06765
	18·5	19 18 41·1	21 48 12·3	0·04501

[1] In den citirten §. der Olbers'schen Abhandlung hat sich ein Fehler eingeschlichen. Statt $\operatorname{tang}\lambda = \frac{\operatorname{tang}\beta \sin(A-\alpha)}{\sin\varepsilon}$ soll es nämlich heissen: $\operatorname{tg}\lambda = \frac{\operatorname{tg}\beta \sin\varepsilon}{\sin(A-\alpha)}$.

1870		Scheinbare		Log. der Entfernung von der Erde
		Rectascension	Declination	
Juni	20·5	20°17'15"8	20°34'50"8	0·02097
	22·5	21 21 11·1	19 12 3·4	9·99541
	24·5	22 31 30·0	17 37 58·5	9·96823
	26·5	23 49 30·7	15 50 16·1	9·93935
	28·5	25 16 51·5	13 46 1·4	9·90868
„	30·5	26 55 36·3	11 21 34·0	9·87621
Juli	2·5	28 48 23·3	8 32 19·9	9·84201
	4·5	30 58 37·4	5 12 43·6	9·80627
	6·5	33 30 45·4	+1 16 11·8	9·76950
	8·5	36 30 36·8	—3 24 22·5	9·73256
	10·5	40 5 50·8	—8 55 19·9	0·69695

Die folgende Uebersicht enthält nun die Vergleichung der Ephemeride mit den Beobachtungen, wobei jedoch 5 Beobachtungen vorläufig weggelassen wurden, weil die Position des Vergleichsternes entweder gar nicht oder nur sehr ungenau bekannt war: es sind dies 2 Beobachtungen zu Karlsruhe vom 29. Mai, 1 zu Hamburg vom 22. Juni, 1 zu Kremsmünster am 23. Juni und 1 zu Athen am 25. Juni.

Nr.	1870		Beobachtungsort	Beob.-Rechnung	
				$d\alpha$ (Rectasc.)	$d\delta$ (Decl.)
1.	Mai	30.	Leipzig	— 6"57	+ 0"91
2.		30.	Wien	— 4·69	+ 6·45
3.	„	30.	Karlsruhe	+11·55	— 6·44
4.	Juni	2.	„	— 4·12	+ 0·45
5.		3.	Berlin	— 7·66	+ 2·04
6.		3.	Leiden	—17·35	— 0·05
7.		3.	„	— 7·07	— 0·46
8.		5.	Berlin	— 0·84	— 8·66
9.		5.	Leiden	— 9·21	— 0·09
10.		6.	Berlin	—18·07	— 2·28
11.		6.	Leiden	.	+ 0·36
12.		6.	Hamburg	— 4·37	— 8·65
13.		6.	„	—13·93	
14.		6.	Leiden	—20·73	

Nr.	1870	Beobachtungsort	Beobachtung — Rechnung	
			$d\alpha$ (Rectasc.)	$d\delta$ (Decl.)
15.	Juni 7.	Berlin	— 9ˢ56	+ 4ˢ77
16.	8.	Hamburg .	—10·27	
17.	8.	Leiden.	—18·56	
18.	8			+ 4·51
19.	10.			—23·14
20.	10.	„	—20·92	
21.	12.	Hamburg .	—25·25	
22.	12.			— 3·61
23.	12.	.	— 9·61	
24.	12.	„		+ 4·89
25.	13.	Leiden.		+ 2·10
26.	13.	Kremsmünster .	—17·23	— 1·32
27.	13.	Leiden.	—17·62	
28.	14.	Leipzig .	+ 5·09	+ 5·54
29.	14.	Leiden		+13·18
30.	14.	„	—20·83	
31.	15.	Leipzig	— 6·76	+ 4·21
32.	15.	Hamburg .	—15·66	
33.	15.			+ 1·65
34.	15.		— 8·98	
35.	15.	„		+ 6·69
36.	15.	Leiden.		+ 7·83
37.	15.	Kremsmünster	+16·97	(133·37)
38.	15.	Leiden.	—13·78	
39.	16.	Leipzig	— 4·45	+11·94
40.	16.	Leiden.		+ 6·97
41.	16.	Kremsmünster	— 7·98	+ 1·21
42.	16.	Leiden.	—12·88	.
43.	18.	Leipzig .	—32·11	— 8·53
44.	19.	Athen	+ 1·55	+29·54
45.	19.	Hamburg .	—13·95	+ 5·24
46.	19.	„ .	—12·73	+ 8·95
47.	20.	Leiden		—30·19
48.	20.	„	—58·74	
49.	21.	Leipzig	— 4·80	+ 7·73
50.	22.	„ .	— 2·27	+31·33
51.	25.	Athen	+ 0·61	—35·35
52.	28.	Palermo	—10·91	— 9·28
53.	29.	Athen	— 0·98	+28·54
54.	29.	Palermo	— 9·72	+14·36

Nr.	1870	Beobachtungsort	Beobachtung — Rechnung	
			$d\alpha$ (Rect.)	$d\delta$ (Decl.)
55.	Juni 30.	Palermo	—14^{s}49	+22$''$98
56.	Juli 1.	"	—28·21	+ 4·22
57.	2.	Athen	— 2·82	— 3·16
58.	2.	"	—10·29	
59.	2.	Palermo	—18·49	+ 4·34
60.	5.	Kremsmünster .	—31·12	+16·48
61.	5.	Palermo	—11·15	+53·68
62.	5.	" . .	—11·83	+12·37
63.	6.	Athen	— 4·82	+ 7·86
64.	6.	Bologna	—18·60	+ 7·83
65.	7.	Athen	—15·35	—15·06
66.	7.	Bologna	— 2·15	+37·09
67.	8.	"	+17·96	+14·72
68.	9.	Athen	— 0·41	+13·96
69.	9.		— 5·28	+ 0·56

Nr. 37. Kremsmünster, Juni 15. zeigt eine sehr grosse Abweichung in Declination; bei der Bildung der Normal-Orte wurde sie daher nicht berücksichtigt. Noch sei zu bemerken, dass in der Mittheilung der Beobachtung Nr. 62. Palermo, Juli 5. als Beobachtungszeit angegeben war $14^h 22^m 4^s0$, während alle Umstände darauf hinweisen, dass es da heissen soll: $15^h 22^m 4^s0$, welche Zeit daher bei der Vergleichung der Beobachtung mit der Ephemeride ohne weiters angenommen wurde.

Die angeführten Abweichungen wurden nun in sieben Gruppen abgetheilt und aus ihnen, sowie aus den zugehörigen Zeiten, folgende Mittel erhalten:

				$(B-R)$	
				$d\alpha$	$d\delta$
Nr.	1— 9	I. Juni	2·5	— 5^{s}11	— 0$''$65
	10—23	II.	8·5	—15·03	— 4·01
	24—33	III.	14·5	—12·17	+ 4·32
	34—43	IV.	16·5	— 9·03	+ 4·35
"	44—52	V. "	22·5	—12·65	+ 1·00
	53—62	VI. Juli	2·5	—13·91	+17·09
	63—69	VII.	8·5	— 4·09	+ 9·57

Eigentlich weichen die Zeitmittel ein wenig von den hier angegebenen ab; dieser Unterschied ist so gering (0·1—0·2), dass er füglich vernachlässigt werden kann. Bringt man nun die $d\alpha$ und $d\delta$ an die der Ephemeride entnommenen Rectascensionen und Declinationen an, so erhält man folgende Normalorte, die sich auf das mittlere Äquinoctium 1870·0 beziehen:

	Rectascension	Declination
I.	13°24′ 4″62	+28° 7′36″29
II.	15 20 6·46	+26 15 53·03
III.	17 33 55·60	+23 52 21·88
IV.	18 24 18·18	+22 53 40·48
V.	21 20 49·88	+19 12 2·87
VI.	28 48 0·12	+ 8 32 35·44
VII.	36 30 23·55	— 3 24 14·18

Um auf Grundlage der obigen Abweichungen ($d\alpha$ und $d\delta$) die Elemente zu verbessern, wurden die bekannten Differentialformeln für $d\alpha$ und $d\delta$ verwendet, wobei jedoch, da es nicht nöthig schien, die Parabel zu verlassen, alle auf die Excentricität bezüglichen Glieder wegfielen. Auf diesem Wege ergaben sich folgende vierzehn Gleichungen:

$$+0\cdot1685\,(dT)-1\cdot2749\,(dq)-0\cdot3171\,d\pi+0\cdot3174\,di+0\cdot9202\,d\Omega+5\cdot11=0$$

$$+0\cdot0161\,(dT)-1\cdot3477\,(dq)-0\cdot2699\,d\pi+0\cdot2674\,di+0\cdot8797\,d\Omega+15\cdot03=0$$

$$-0\cdot2103\,(dT)-1\cdot4539\,(dq)-0\cdot2058\,d\pi+0\cdot2101\,di+0\cdot8167\,d\Omega+12\cdot17=0$$

$$-0\cdot3089\,(dT)-1\cdot5004\,(dq)-0\cdot1792\,d\pi+0\cdot1890\,di+0\cdot7883\,d\Omega+9\cdot03=0$$

$$-0\cdot7068\,(dT)-1\cdot6905\,(dq)-0\cdot0765\,d\pi+0\cdot1179\,di+0\cdot6685\,d\Omega+12\cdot65=0$$

$$-1\cdot9875\,(dT)-2\cdot3180\,(dq)+0\cdot2366\,d\pi-0\cdot0297\,di+0\cdot2318\,d\Omega+13\cdot91=0$$

$$-3\cdot5587\,(dT)-3\cdot0799\,(dq)+0\cdot6139\,d\pi-0\cdot1192\,di-0\cdot3912\,d\Omega-4\cdot09=0$$

$$+2\cdot1280\,(dT)-1\cdot4468\,(dq)-0\cdot6660\,d\pi-0\cdot2160\,di+0\cdot7203\,d\Omega+0\cdot65=0$$

$$+2\cdot4285\,(dT)-1\cdot5147\,(dq)-0\cdot7100\,d\pi-0\cdot1893\,di+0\cdot7530\,d\Omega+4\cdot01=0$$

$$+2\cdot8431\,(dT)-1\cdot6030\,(dq)-0\cdot7751\,d\pi-0\cdot1545\,di+0\cdot8140\,d\Omega-4\cdot32=0$$

$$+3\cdot0177\,(dT)-1\cdot6380\,(dq)-0\cdot8088\,d\pi-0\cdot1406\,di+0\cdot8439\,d\Omega-4\cdot35=0$$

$$+3\cdot7057\,(dT)-1\cdot7636\,(dq)-0\cdot9190\,d\pi-0\cdot0902\,di+0\cdot9811\,d\Omega-1\cdot00=0$$

$$+5\cdot8353\,(dT)-2\cdot0441\,(dq)-1\cdot2941\,d\pi+0\cdot0215\,di+1\cdot5456\,d\Omega-17\cdot09=0$$

$$+8\cdot0570\,(dT)-2\cdot2050\,(dq)-1\cdot6920\,d\pi+0\cdot0558\,di+2\cdot3278\,d\Omega-9\cdot57=0$$

Hier ist $(dT) = 1000\,dT$, $(dq) = 100000\,dq$ und $dT, dq, d\pi$ $di, d\Omega$ bedeuten die Verbesserungen der Elemente. Die Methode der kleinsten Quadrate führt zu folgenden fünf Gleichungen:

$$+157\cdot594\,(dT)-35\cdot191\,(dq)-34\cdot935\,d\pi-1\cdot187\,di+39\cdot845\,d\Omega-250\cdot212=0$$

$$-35\cdot191\,(dT)+47\cdot314\,(dq)+11\cdot629\,d\pi-0\cdot048\,di-20\cdot083\,d\Omega-59\cdot402=0$$

$$-34\cdot935\,(dT)+11\cdot629\,(dq)+8\cdot271\,d\pi+0\cdot133\,di-10\cdot243\,d\Omega+37\cdot848=0$$

$$-1\cdot187\,(dT)-0\cdot048\,(dq)+0\cdot133\,d\pi+0\cdot419\,di+0\cdot499\,d\Omega+10\cdot064=0$$

$$+39\cdot845\,(dT)-20\cdot083\,(dq)-10\cdot243\,d\pi+0\cdot499\,di+14\cdot793\,d\Omega-8\cdot309=0$$

Aus der Auflösung dieser Gleichungen ergeben sich folgende Correctionen der Elemente:

$$dT = 0\cdot008368$$
$$dq = -0\cdot0000557$$
$$d\pi = -0^{s}\,59$$
$$di = +36\cdot33$$
$$d\Omega = -31\cdot17$$

Die übrigbleibenden Fehler in den Normalorten sind:

Nr.	(R—B) $d\alpha$	(R—B) $d\delta$
I	—3″34	—3″39
II	+5·12	+2·84
III	+0·80	—2·13
IV	—2·80	—0·91
V	—0·36	+6·52
VI	+1·74	—3·51
VII	—1·03	+0·60

Es ergibt sich also als die wahrscheinlichste Bahn die folgende Parabel:

Perihelzeit: 1870, Juli 14·11940, mittl. Berliner Zeit:

Länge des Perihels	339°57′49″81	Ekliptik und
Länge des Knotens	141 44 47·36	mittl. Aeq.
Neigung	121 47 52·42	1870·0
Log. der Periheldistanz	0·0037585.	
